Estratto dal

GIORNALE DI GEOLOGIA

(GIÀ *GIORNALE DI GEOLOGIA PRATICA*)

ANNALI DEL R. MUSEO GEOLOGICO

DI BOLOGNA

SERIE 2ª — VOL. IV — 1929 (VII E. F.)

EGIDIO FERUGLIO

UNA VISITA ALLE MORENE ANTICHE DEL GARDA

BOLOGNA

R. MUSEO GEOLOGICO

" GIOVANNI CAPELLINI "

1929

Estratto dal

GIORNALE DI GEOLOGIA

(GIÀ *GIORNALE DI GEOLOGIA PRATICA*)

ANNALI DEL R. MUSEO GEOLOGICO
DI BOLOGNA

SERIE 2ª — VOL. IV — 1929 (VII E. F.)

EGIDIO FERUGLIO

UNA VISITA ALLE MORENE ANTICHE DEL GARDA

BOLOGNA
R. MUSEO GEOLOGICO
" GIOVANNI CAPELLINI "
1929

Imola, 1929. — Cooperativa Tipografico-Editrice Paolo Galeati

1. - **Premesse.** — Nel mese di ottobre scorso ho compiuto alcune escursioni nell'anfiteatro morenico del Garda, dedicandomi in modo particolare all'esame delle morene antiche che compaiono lungo il Chiese, sull'ala destra dell'anfiteatro, e presso Bardolino, sulla riviera orientale della conca benacense. Frutto di queste gite sono le osservazioni che qui espongo, le quali in sè non hanno nulla di nuovo e di originale, ma sono in maggior parte una semplice verifica e conferma degli studi eseguiti dai precedenti autori, e particolarmente dal PENCK, dal SACCO, dal COZZAGLIO, e dal NICOLIS. La ragione che m'induce a riportarle quasi integralmente, si è il desiderio di meglio documentare alcune mie deduzioni relative alla serie glaciale del Garda, le quali, pur coincidendo in gran parte con le interpretazioni degli autori menzionati, non le confermano però in ogni punto.

Così, per esempio, delle quattro glaciazioni che, secondo PENCK, avrebbero lasciato le loro tracce nella regione del Garda, a mio modo di vedere tre soltanto sono documentate da prove sicure, mentre considero assai dubbie e credo anzi siano da escludere le ragioni apportate dal PENCK a prova di una quarta e più antica base glaciale (Gunziano). Questa conclusione viene del resto a coincidere coi risultati degli studi più recenti sul glaciale delle Alpi e dell'Europa settentrionale, secondo cui le espansioni glaciali sarebbero tre (invece delle quattro ammesse nel noto quadro del PENCK e del BRÜCKNER sul glaciale delle Alpi) e separate fra loro da due fasi interglaciali, la prima delle quali è stata di più lunga durata (1).

(1) KAYSER E., *Lehrbuch der Geologie*, 6ª ed., Stuttgart, 1924; SCHAFFER F. X., *Lehrbuch der Geologie*, Wien, 1925; BAYER J., *Der Mensch im Eiszeitalter*, pt. I-II, Leipzig-Wien, 1927.

2. - **L'arco morenico Calvagese-Montichiari-Carpenedolo.** — Sul lato occidentale dell'anfiteatro del Garda, si stacca un lungo cordone morenico che decorre sulla sinistra del Chiese, passando per Calvagese, Calcinato e Carpendolo e che rappresenta il resto di una più esterna ed antica cerchia glaciale. Nella sua parte settentrionale, questo cordone è saldato alle morene vurmiane, che in parte lo ricoprono, mentre se ne va discostando verso sud, a cominciare da Carzago, mantenendosi ad una distanza di 5-7 km. dalla più esterna cerchia vurmiana Lonato-Castiglione. Nel suo tratto settentrionale, quest'arco glaciale antico è abbastanza ampio e compatto ed inciso a scarpata dal fiume Chiese. Nel suo tratto meridionale esso è invece ridotto dall'erosione a stretti ed allungati dossi collinosi, che si elevano con ripido pendio dal piano alluvionale vurmiano.

Questo arco morenico è stato attribuito dal Penck al Rissiano (1). Esso si distingue nettamente dalle morene vurmiane che formano il vasto anfiteatro del Garda, sia per la sua posizione più esterna ed avanzata, sia per essere orientato concentricamente alla sponda del golfo di Desenzano, mentre le cerchie vurmiane rivolgono la loro convessità verso sud e sud est, sia infine per essere coperto da uno strato di alterazione potente a luoghi sino a oltre due metri. Nelle morene vurmiane lo strato alterato raggiunge appena qualche decimetro di spessore ed è nullo sulle sommità e sui pendii dei colli. Nella pianura alluvionale vurmiana che si interpone fra la cerchia glaciale antica e l'orlo esterno dell'anfiteatro del Garda, il suolo alterato, di colore rossastro o giallo-rossastro, ha uno spessore di 0,5 m., o poco più poco meno, e contiene numerosi ciottoli calcarei.

Lo strato alterato è meglio conservato e più potente nelle morene antiche tra Calvagese e Bedizzole, dove la cerchia morenica è relativamente ampia e distesa in forma di pianoro sparso di dolci ondulazioni fortemente degradate, con rilievo cioè assai meno accentuato che non nei colli morenici vurmiani, i quali appaiono quasi intatti. Il suolo alterato ha un colore bruno-rossastro ed è interamente decalcificato e potente sino a oltre due metri nelle parti pianeggianti. In corrispondenza alle alture e ai pendii fortemente in-

(1) Penck A., *Die Alpen im Eiszeitalter*, vol. III, pag. 869; Cozzaglio A., *I paesaggi prealpini e le moderne idee della geologia continentale.* Boll. d. Club. Alp. Ital., 1899.

clinati, il dilavamento ne ha assai ridotto lo spessore, mettendo talvolta a nudo la morena fresca sottostante. In relazione con la notevole profondità del suolo alterato, le strade campestri corrono profondamente incassate.

Nelle colline di Montichiari e Carpenedolo, causa la ristrettezza dei rilievi collinosi e la forte inclinazione dei pendii, il materiale di alterazione, di colore rossastro, è assai ridotto dal dilavamento e spesso mancante. Esso si conserva ancòra in parte sui più dolci declivi o si è accumulato alla base delle colline, dove raggiunge uno spessore di oltre un metro (1). A volte però anche i pendii abbastanza inclinati conservano uno strato alterato, come si osserva al Monte San Zeno e al Monte San Giorgio. La morena è formata da abbondante limo grigio-chiaro sparso di numerosi ciottoli. Nella parte superficiale, immediatamente sottoposta al suolo alterato, vi compaiono delle lenti cementate in conglomerato. Nonostante il forte dilavamento subìto, la potenza del suolo decomposto è in questi rilievi alquanto maggiore che non nelle morene vurmiane dell'anfiteatro.

L'insieme dei caratteri esposti e l'intercalazione, osservata dal Penck (2), di uno strato alterato fra queste morene esterne e quelle vurmiane che vi si sovrappongono fra Tormini e Benecco, non lasciano alcun dubbio sulla spettanza dell'arco morenico descritto ad un'espansione glaciale anteriore al Vurmiano.

3. - **Sezione sulla sinistra del Chiese, a Mocasina.** — Questa sezione, segnalata e descritta per primo dal Penck, ha un'importanza notevole in quanto che, secondo l'interpretazione datane da questo autore, essa fornirebbe le prove di una quadruplice espansione glaciazione nel bacino del Garda. La sezione è allo scoperto nel piccolo sprone che sovrasta il Chiese, sulla destra del solco torrentizio che incide il ripiano morenico di Mocasina, immediatamente a nord di Torre, in corrispondenza al gomito formato dal fiume sotto Calvagese (3). Il ripiano a dolci ondulazioni che si stende sulla sinistra del Chiese, fa parte della cerchia morenica rissiana di Calvagese che abbiamo

(1) Viene utilizzato per la fabbrica di laterizi (Fornace di Monte S. Zeno), puro o mescolato con argilla del Chiese.

(2) Penck A., *Die Alpem Eiszeitalter*, pag. 870 e fig. 114 a pag. 873.

(3) Tavoletta « Bedizzole » al 25.000 (F.° 47. I SE della Carta d'Italia).

sopra descritta. Secondo le osservazioni da me eseguite (che del resto coincidono perfettamente con quelle del PENCK) (1), la sezione si compone dall'alto al basso dei seguenti termini, che per comodità di confronto abbiamo indicati con le stesse lettere usate dal PENCK.

L_1-R) La sommità spianata del terrazzo è coperta da uno strato di alterazione bruno-rossastro (L_1) il cui spessore non si può stabilire per mancanza di tagli freschi del terreno ma che certamente supera un metro. Sul ciglio del terrazzo, il suolo alterato è stato in parte dilavato e contiene numerosi ciottoli calcarei. Sotto di esso compare della morena (R) formata da limo biancastro poco abbondante, fresca e sciolta, d'uno spessore complessivo di 8-10 m.

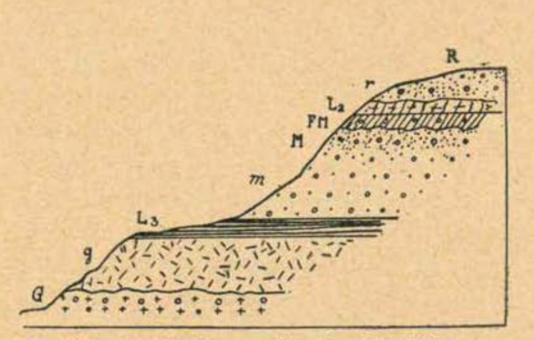


Fig. 1. - Sezione sulla sin. del Chiese a N di Mocasina. - *Scala di 1 a 1000.*

r) La morena riposa sopra un banco di conglomerato tenace, a elementi arrotondati. Alcuni metri più in basso, sul fianco dello sprone affiora del ciottolame a elementi in prevalenza calcarei e subordinatamente di rocce cristalline, di arenarie e conglomerati color rosso vino, di dimensioni varie (da pochi centimetri a qualche decimetro). Gli elementi si presentano per solito con gli angoli smussati, levigati ed alcuni striati, impastati con sabbia e limo non abbondante di color grigiochiaro. Il deposito presenta una certa stratificazione e si palesa di origine glaciale, o meglio fluvioglaciale. Spessore visibile: 3-3,5 m.

L_2) Loess giallastro o bruno-giallastro (nei primi 15-20 cm. un po' arrossato e contenente delle piccole croste cementate di color bruno), non stratificato e privo di ciottoli. Spessore: da 0,8 a 2 m.

$F\,M$) Strato di ferretto, a ciottoli arrotondati di varie dimensioni (fino a qualche decimetro di lato) profondamente alterati. Mancano gli elementi calcarei, che sono stati distrutti: quelli arenacei

(1) PENCK A., op. cit., vol. III, pag. 871-872.

e di rocce granitoidi sono marci, friabili e solo quelli di quarzo quasi inalterati. Il tutto poi è ravvolto da un materiale terroso rossastro interamente decalcificato. Spessore: 2-2,5 m.

M-m) Conglomerato tenace, formato in prevalenza da elementi calcarei, da qualche ciottolo porfirico ecc., levigati e più o meno arrotondati, impastato in qualche punto da limo biancastro. Ha l'aspetto di un deposito fluviale: nella sua parte superiore però, dove gli elementi rocciosi sono rilegati da limo, vi si trovano dei ciottoli striati. Spessore: fino a oltre 10 m.

L_3) Il conglomerato riposa con un limite netto e orizzontale sopra un banco di sabbia fina e di limo grigio-chiaro, sparso di concrezioni del tipo delle cosidette bambole del loess. Spessore: 2,5 m.

g) Alla base compare una breccia grossolana fortemente cementata, a elementi angolosi fino a óltre un metro di diametro. Spessore: 6,5 m.

G) A livello della strada e direttamente sottoposta alla breccia, compare della morena a ciottoli esclusivamente calcarei, in parte striati, rilegati da limo grigio-chiaro. Spessore visibile: 2,5 m.

Profili analoghi a quello ora descritto, a quanto ne riferisce il Penck, si presentano sulla riva sinistra del Chiese, un po' a monte del punto descritto, a sud e a nord di Burago.

Lo strato di ferretto *FM* affiora saltuariamente nella scarpata sulla sinistra del Chiese, fra Mocasina e Masciaga. Esso compare nel fosso attiguo alla strada che discende da Mocasina al Chiese. Sotto la morena fresca, sciolta o debolmente cementata, che forma la parte superiore del ripiano, affiora un potente banco di ferretto che ricopre del conglomerato. Il conglomerato *m* sèguita affiorando sulla sinistra del Chiese per parecchie centinaia di metri a valle. Lungo la strada che sale dal Battiferro (168 m.) a Cantrina, si vede in basso del conglomerato tenace, con aspetto di morena; poi uno strato di ferretto *FM* rossastro, con ciottoli alterati e sfatti, potente 1,5-2 m., coperto da loess bruno-rosso d'uno spessore di

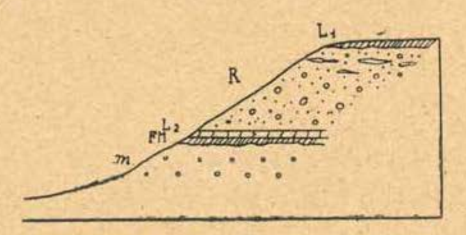


Fig. 2. - Sezione sulla sin. del Chiese, lungo la strada del Battiferro a Cantrina. - *Scala di 1 a 1000.*

1,5-2 m. che giace sotto della morena fresca, non cementata e ad abbondante impasto di limo biancastro. Questa morena presenta sotto il ciglio del terrazzo, delle grosse lenti fortemente cementate dal calcare proveniente dalla decalcificazione dello strato superficiale.

Una sezione identica si osserva lungo la strada che discende a casa Lupo (ora diruta), a nord di Masciaga. Lo strato di ferretto, potente oltre un metro e di colore rosso-bruno, contiene numerosi ciottoli profondamente decomposti ed è coperto da uno strato di loess giallastro o bruno-rossastro, di 2-3 m. di spessore, a cui si sovrappone della morena fresca, potente alcuni metri, che racchiude nella sua parte superiore delle lenti fortemente cementate.

4. - **Interpretazione della sezione del Chiese.** — Già abbiamo esposto le ragioni che inducono ad ascrivere ad una glaciazione prevurmiana la cerchia morenica esterna situata lungo il Chiese, e che, per essere direttamente sottoposta alle morene vurmiane, possiamo riferire col Penck al Rissiano. Il deposito glaciale e fluvioglaciale *M-m*, che nella nostra sezione giace sotto la morena rissiana, separata da questo per mezzo di uno strato di ferretto *FM* (coperto a sua volta da un banco di loess L_2), è senza dubbio il prodotto di una espansione glaciale ancòra più antica (Mindeliano), separata dalla successiva fase glaciale (Rissiano) da un lungo interglaciale.

Ad una quarta e più antica glaciazione (Gunziano) sarebbe poi da ascrivere, secondo il Penck, la morena a elementi esclusivamente calcarei *G*, che compare alla base della sezione di Mocasina. Per dimostrare la spettanza di questa morena *G* ad un'invasione glaciale distinta e più antica di quella cui appartiene il deposito glaciale e fluvioglaciale immediatamente sovrastante *M-m*, l'autore menzionato si basa sulle relazioni con le alluvioni antiche che formano il terrazzo di Castenedolo. Questo terrazzo si alza isolato nella pianura vurmiana che si stende sulla destra del Chiese. Alle falde del terrazzo, nella sua estremità nord-orientale, compare il pliocene marino coperto in discordanza da un banco alluvionale cementato, a ciottoli esclusivamente calcarei ed arenacei, privo cioè di rocce cristalline. Sopra questo conglomerato si stende un secondo livello di alluvione cementata, contenente frammenti rimaneggiati del conglomerato sottoposto e contraddistinto dalla presenza di ciottoli di tonalite, di porfido e di scisti cristallini. Copre la superficie del terrazzo

un potente strato di ferretto. I due livelli alluvionali menzionati corrispondono evidentemente a due distinte fasi di accumulazione. Secondo PENCK, il livello inferiore, caratterizzato dalla mancanza di rocce cristalline fra i suoi elementi costitutivi, si collegherebbe con le morene inferiori *G* (Gunziano), a elementi esclusivamente calcarei, della sezione del Chiese. Il livello alluvionale superiore, a elementi di rocce cristalline, sarebbe invece connesso col deposito glaciale e fluvioglaciale *M-m* (Mindeliano) della stessa sezione. Il PENCK (1) dice testualmente:

« Die Ablagerungen unter dem Ferretto haben wir 1894 insgesamt einer einzigen Eiszeit (*x*) zugerechnet; in der Tat giebt das klassische Profil zwischen Calvagese und Mocasina keinen Anhalt, die liegenden Kalkmoränen und hangenden ferrettisierten Moränen zwei verschiedenen Eiszeiten einzuweisen. Aber die Tatsache dass wir im Hügel von Castenedolo unter dem Ferretto zwei verschiedene, durch eine Diskordanz getrennte Schotter antreffen, welche in Bezug auf ihre petrographische Zusammensetzung — das Auftreten von Porphyr und Tonalit im oberen, deren Fehlen im unteren — den beiden unter dem Ferretto befindlichen Moränen bei Mocasina entsprechen, legt den Gedanken recht nahe, in letzteren die Ablagerungen zweier verschiedener Eiszeiten zu erblicken. Zweifellos ist die Moräne *M* des dortigen Profils mit der darunter befindlichen Nagelfluh *m* und dem Schotter *m* von Castenedolo ein Äquivalent der Mindel-Eiszeit und mutmasslich stellen die Moräne *G* daselbst und die Nagelfluh *g* von Castenedolo Gebilde der Günz-Eiszeit dar. Dass diese ganze Folge in das Hangende des padanischen marinen Pliocäns gehört, zeigt aufs neue der Hügel von Castenedolo; ja die Tatsache, dass hier im Liegenden unseres mutmasslich der Günz-Eiszeit angehörenden Schotters ein Mergel gefunden wurde, dessen Diatomeenfauna nach CORTI der des Villafranchiano von Fossano am nächsten steht, macht das Auftreten auch dieses Horizontes unter den Eiszeitbildungen des Gardasees bei Castenedolo ebenso wahrscheinlich wie am M. Bartolommeo bei Salò ».

A me pare però che le correlazioni ammesse da PENCK non siano esenti da dubbio.

(1) PENCK A., *Die Alpen in Eiszeitalter*, pag. 877.

La natura sclusivamente calcarea degli elementi che costituiscono la morena *G*, affiorante alla base della sezione del Chiese, non si può spiegare se non ammettendo che corrisponda alla morena laterale destra del ghiacciaio scendente per la depressione del Garda, morena formata da detriti strappati dal ghiacciaio al suo fianco destro, nel tratto inferiore del suo percorso. La breccia *g*, a blocchi calcarei voluminosi ed a spigoli vivi, che ricopre la morena *G*, proviene da una frana caduta sul dorso del ghiacciaio e da questo abbandonata al suo sbocco in pianura. Il fatto che sopra il cumulo di breccia si stende un deposito fluvioglaciale *m*, passante superiormente a morena *M*, contenenti entrambi ciottoli di rocce porfiriche e cristalline, si spiega supponendo che dopo un primo avanzamento, il ghiacciaio abbia subìto un breve e limitato ritiro, seguito da una nuova avanzata che lo portò a deporre sopra la morena laterale *G* e sopra la breccia che lo ricopre la sua morena di fondo, nella quale agli elementi calcarei, sempre prevalenti, si associano elementi di rocce porfiriche e cristalline.

In quanto alle alluvioni inferiori (ad elementi esclusivamente calcarei ed arenacei) di Castenedolo, non è punto dimostrato che si colleghino con la morena *G* del Chiese e potrebbero invece essere formate dalle deiezioni dei piccoli corsi d'acqua che scendono dagli avamposti delle prealpi Bresciane, in un periodo immediatamente anteriore alla discesa del ghiacciaio mindeliano. Che tale sia probabilmente la loro origine, sarebbe dimostrato dalla posizione eccentrica del terrazzo di Castenedolo rispetto alle morene del Chiese, e dalle piccole dimensioni degli elementi costitutivi, grossi al massimo come un pugno, come potei vedere nel conglomerato affiorante in margine al terrazzo sulla strada da Castenedolo a Montichiari.

5. - **La serie della Valsorda di Bardolino.** — Resti di morene prevurmiane furono segnalati dal NICOLIS (1) nella Valsorda presso Bardolino, sulla sponda orientale del lago di Garda. La Valsorda incide il fianco sud-orientale del rilievo miocenico del monte Moscal (427 m.), che recinge a semicerchio il bacino della valle. Il fondo del bacino è riempito da morene recenti, che vengono allo scoperto

(1) NICOLIS E., *Triplice estensione glaciale ad oriente del lago di Garda*, Atti d. R. Ist. Veneto di sc. l. ed a., 1899.

nelle profonde incisioni operate dalle acque dilavanti (che confluiscono nel Progno di Valsorda) e che si adagiano sopra morene antiche. Secondo il NICOLIS, la serie è così costituita in ordine discendente:

7. Morena fresca del neoglaciale (III): 25 m.
6. Banco di Loess bruno: 3 m.
5. Strato di ferretto rosso-giallastro: 0,5-0,7 m.
4. Morena II: 12-14 m.
3. Loess ed argille cinereo-plumbee: 2-3 m.
2. Strato alterato o ferretto con ciottoli rammolliti: 2 m.
1. Ceppo e materiali di trasporto, in parte a *facies* glaciale.

I termini più elevati, da 7 a 4, compaiono nel fianco sinistro della valle, in un rilievo isolato a guisa di torrione e che è appunto designato sul luogo con tale nome (1).

La serie di dettaglio da me rilevata nel piccolo sprone situato sulla sinistra del torrente, di fronte e immediatamente a valle del torrione, è la seguente dall'alta in basso:

d) Morena a ciottoli levigati e striati, di dimensioni varie, rilegati da più o meno abbondante limo grigio-chiaro, interamente sciolta. Spessore: oltre 10 m.

c) Loess grigio, fino, leggero, poroso, non stratificato, sfaldantesi verticalmente. Spessore: circa 2 m. Nella sua parte inferiore, a contatto con lo strato sottostante di ferretto, il colore è leggermente rossastro.

b) Strato di alterazione bruno-rossastro, decalcificato e coi ciottoli di rocce granitoidi, porfido e scisti cristallini profondamente decomposti, facilmente sgretolabili e friabili. Le rocce quarzose e selciose sono invece inalterate. Spessore: 0,8-1 m.

a) Morena a ciottoli striati, impastati da limo grigiastro o gialliccio con piccole lenti discretamente cementate, specie nella parte superiore (2). Spessore visibile: 10 m. Lo strato alterato passa gradualmente alla morena inalterata sottostante.

---

(1) Il *Torrion* è situato presso la V della parola Val della Pila della tavoletta al 25.000 di Bardolino (F.° 48. I SO della Carta d'Italia). Una bella fotografia è riprodotta nella tav. 17° della 1ª edizione del *Trattato di Geologia* del PARONA.

(2) Nella morena, 1 m. sotto lo strato alterato, trovai un ciottolo calcareo subarrotondato, rotto da una frattura e con i due pezzi spostati e risaldati da limo glaciale. Il fatto che i due pezzi del ciottolo si trovavano uniti, dimostra che la sua rottura è avvenuta dopo la sua deposizione, a causa probabilmente della pressione del ghiacciaio vurmiano che venne a ricoprire la morena antica.

Identica è la serie affiorante nelle ripide e inaccessibili pareti del Torrion, dove lo strato di loess raggiunge uno spessore di 3 m.

La morena superiore si stende in continuazione di quella che riveste tutta la riviera orientale del bacino gardense e come questa va riferita, per la sua freschezza e per la mancanza di uno strato un po' potente di alterazione superficiale, all'ultima espansione glaciale (Vurmiano).

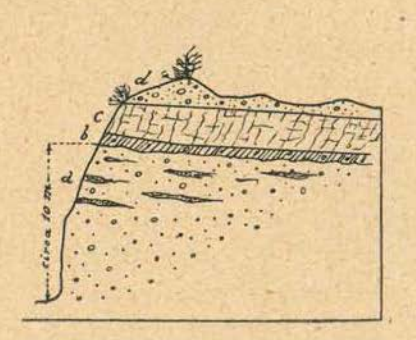


Fig. 3. - Sezione naturale al Torrion di Valsorda.

La morena ad essa sottoposta può invece sincronizzarsi con la glaciazione rissiana (1). Lo spessore abbastanza notevole (fino a un metro) dello strato alterato e la forte copertura di loess, indicano che un periodo abbastanza lungo dev'essere trascorso fra la deposizione di questa morena e la susseguente invasione glaciale.

Secondo Nicolis, nella Valsorda esisterebbero anche tracce di una terza e più antica glaciazione. « Alla base del Torrion — egli scrive — sotto l'attuale fondo di valle, allorquando vennero fondate la Briglietta e la Briglia Torrion, il Sig. Pellegrini trovava un secondo banco di loess formante tetto ad altro strato alterato con ciottoli rammolliti; serie che troveremo affiorante più innanzi, così che lo spessore della morena II cioè intermedia, risulterebbe di 12 a 14 m. ».

Questo strato inferiore di loess e di ferretto non è più visibile, essendo lo scavo interamente coperto. Esso peraltro può essere studiato più a valle dove, secondo il Nicolis, « la serie interglaciale testè menzionata mostrasi affiorante, constando di un banco di argilla cinerea loessiforme, sostenuto dallo strato alterato giallo; lì accosto formano per buon tratto la bassa parete destra del burrone due grandi

(1) Se volessimo ascriverla al Mindeliano, tornerebbe assai difficile spiegare come il ghiacciaio rissiano, che nel bacino gardense ha avuto un'estensione maggiore di quello vurmiano, sia passato sopra di esso senza spostarla ed eroderla o senza ricoprirla coi propri depositi.

lembi di roccia appartenenti bensì agli strati fomanti il m. Moscal, ma che, in questo luogo, tuttavia non sembrano essere in posto.... »

« Poco oltre, alle Brigliette Nuove, a valle e distanti m. 150 da quella del Torrione, un alto salto scopre lo strato alterato.... forse grosso m. 2, in qualche punto concomitante ad un' assisa di argilla plumbea, e che presenta tutti i caratteri dell' antichità.... privo di ciottoli calcari, roccie gneissiche e micascistose alterate ».

Nella mia visita, ho seguito questi affioramenti con la massima attenzione, all' intento di stabilire se realmente debbano essere tenuti distinti dalla morena rissiana.

Un primo taglio naturale, nascosto però in parte dalla vegetazione, si presenta circa 150 m. a valle del Torrion, sulla sponda sinistra del torrente, di fronte a un grande blocco miocenico. Alla base si ha un conglomerato abbastanza tenace, coi ciottoli rilegati da limo, ricoperto da loess grigio, contenente grosse concrezioni calcaree (bambole del loess). Il deposito non si distingue per nulla da quello affiorante presso il Torrion, salvo che per una maggiore tenacità del conglomerato.

Alle due piccole briglie immediatamente sottostanti (50-80 m. più a valle), in uno scavo recente fu trovato sul fondovalle del limo giallo-rossastro, con qualche ciottolo alterato, simile a quello situato al limite fra lo strato di ferretto ed il loess al Torrion. Alcuni metri più in alto, compare della morena fresca, vurmiana.

Un centinaio di metri più a valle (1), sulla destra del torrente, ricompare la morena antica, simile a quella affiorante alla base del Torrion e caratterizzata come questa dal colore leggermente giallastro del limo involgente i ciottoli. Circa 15 m. sopra il fondovalle, la morena è coperta da uno strato d' alterazione al quale fa seguito del loess grigio (2), sopra cui si adagia della morena fresca, biancastra, identica alla morena vurmiana affiorante nei pressi del Torrion.

In nessun punto mi fu dato di osservare la sovrapposizione di tre distinti livelli morenici e la presenza di più di un' intercalazione di ferretto e di loess. La morena che affiora presso il fondo della valle

(1) Immediatamente a monte del sentiero che traversa la valle, e che sale verso la Casetta (260 m).

(2) A contatto con lo strato di loess affiora un piccolo livello acquifero.

sotto la Casetta, è identica pel suo aspetto alla morena rissiana del Torrion; e la morena fresca ad essa sovrapposta, con l'intermediario dello strato di ferretto e della copertura loessica, non si distingue per nulla dalle morene vurmiane, nelle quali si continua lateralmente. Non credo perciò esatta l'attribuzione, fatta dal NICOLIS, della morena inferiore affiorante sotto la Casetta ad una glaciazione distinta e più antica della morena che ferma la base del Torrion, ma ritengo l'una in continuazione dell'altra. Il diverso livello a cui compare lo strato di ferretto e di loess, facilmente si spiega pensando che la superficie della morena rissiana probabilmente non si estendeva piana ed orizzontale, ma piuttosto irregolarmente ondulata.

Ciò stabilito, resta ancóra da vedere la vera natura del deposito che giace sotto il secondo strato di loess e ferretto situato, secondo osservazioni del sig. Pellegrini, alla base della morena rissiana del Torrion; il che sarà possibile verificare soltanto per mezzo di scavi.

6. - **Conclusioni.** — Da quanto precede possiamo venire alle conclusioni seguenti:

1° Nella regione del Garda esistono resti di tre distinte glaciazioni. È opera dell'espansione glaciale più recente (Vurmiano) il vasto anfiteatro che s'inarca con più cerchie intorno all'estremità meridionale della conca benacense. La glaciazione intermedia (Rissiano), più estesa, è rappresentata dall'arco morenico, fortemente eroso e a superficie degradata e profondamente alterata, che decorre lungo il Chiese, sulla destra e all'esterno dell'anfiteatro vurmiano, passando per Calvagese, Montichiari e Carpenedolo. La prima e più antica invasione glaciale (Mindeliano) è invece rappresentata dai depositi morenici e fluviomorenici che affiorano sulla sinistra del Chiese, a monte e a valle di Mocasina, direttamente sottoposti, per mezzo di uno strato di ferretto ricoperto da loess, alle morene rissiane (1). Mancano invece sicure prove dell'esistenza d'una quarta e più antica fase glaciale (Gunziano), supposta dal PENCK.

(1) Queste morene sono sfuggite tanto al ROVERETO quanto al PARONA, che non le indicano nei loro quadri riassuntivi del Quaternario italiano (ROVERETO G., *Tentativo di ordinamento del Quaternario italiano*, Boll. Soc. Geol. Ital., vol. XXXVIII (1919); — PARONA C. F., *Trattato di Geologia con speciale riguardo alla geologia d'Italia*, 2ª ediz., Milano, 1924.

2° In Valsorda presso Bardolino, compaiono resti di due distinte glaciazioni. Le morene recenti (vurmiane) si sovrappongono a quelle antiche (rissiane) con l'intermediario d'uno strato alterato ricoperto da loess. Merita invece di essere confermata l'esistenza di avanzi glaciali prerissiani, in quanto che le morene considerate come tali dal Nicolis e che si vedono affiorare in Valsorda, spettano ancóra al Rissiano.

3° Il notevole spessore e la profonda alterazione dello strato di ferretto che separa la morena mindeliana da quella rissiana lungo il Chiese, attesta che fra queste due glaciazioni dev'essere trascorso un lungo spazio di tempo, superiore assai alla durata complessiva del Posglaciale (1).

4° D'altra parte, la profonda alterazione superficiale e la forte degradazione subíta dalle morene rissiane situate sulla destra dell'anfiteatro ed in Valsorda, in contrasto con la relativa freschezza delle morene vurmiane, superficialmente poco alterata e con le forme dei rilievi quasi intatte, provano che anche l'interglaciale Riss-Würm dev'essere stato abbastanza lungo e probabilmente di una durata non inferiore a quella del Posglaciale.

Bologna, R. Istituto geologico, febbraio 1929.

(1) Ciò naturalmente nel supposto che il processo di alterazione, anche se certamente non è stato uniforme in relazione ai mutamenti climatici, non sia stato però, durante le fasi interglaciali, notevolmente più rapido che non nel posglaciale.